Die Schiffahrt der Saale und die Beziehungen des Klimas ...

Eugen Engel



Genehmigt von der philosophischen Fakultät der Universität Jena auf Antrag des Herrn Professor Dr. Dove.

Jena, den 15. Febr. 1907.

Geheimer Hofrat Professor Dr. Liebmann,
d. Zt. Dekan.



In der neueren und neuesten Zeit hat man begonnen, das in langjährigen Beobachtungen gesammelte Material für die deutschen Flüsse zu bearbeiten. Auch die deutsche Flußschiffahrt hat man zum Gegenstand zum Teil recht eingehender Untersuchungen gemacht, aber ein Faktor ist dabei bisher nicht richtig gewürdigt worden, der von großem Einflusse ist. Dies sind die Einwirkungen des Klimas auf die Schiffahrt, die wir in folgendem betrachten wollen. Es ist klar, daß wir am leichtesten diese Beziehungen erkennen können, wenn wir uns auf einen Fluß beschränken und die an ihm gemachten Beobachtungen näher erörtern.

Recht in die Augen fallende Resultate würden wir jedenfalls durch die Wahl eines der ostdeutschen Ströme erhalten, doch ist es dem Verfasser leider versagt, sich in jenen Gegenden beinahe ein Vierteljahr zur Sammlung des Materials aufzuhalten. Die Nähe des Wohnortes und die damit verbundene Möglichkeit, das Material leichter zu erhalten, muß naturgemäß unsere Blicke auf die Saale richten, mag dieselbe auch an Schärfe der Charakteristik jenen Strömen nicht gewachsen sein. Um so leichter können wir dies verschmerzen, da die Arbeit programmatisch wirken und die Aufmerksamkeit weiterer Kreise auf diese Beziehungen der Schiffahrt lenken soll. Die Häufigkeit bestimmter Erscheinungen, durchschnittliches Eintreffen und Dauer von Verhinderungen, event. die Möglichkeit, aus den Temperaturen der vorhergehenden Tage einen Eisstand vorauszusagen, alles das sind Dinge von der größten Wichtigkeit für die Schiffahrt. Die Beziehungen des Abflußvorganges, Niederschlagsmengen und dadurch verursachte Hochwasser sind in ihrem speziellen Zusammenhange in ausgiebiger Weise erörtert worden, so daß wir nicht auf sie zurückzukommen brauchen. Besondere lokale Verhält-

nisse, wie z. B. für die Gegend charakteristische dauernde Windrichtungen und ähnliche Momente klimatologischer Natur müssen wir natürlich auch beiseite lassen, da es uns viel zu weit führen würde.

Es bleiben also für uns Hochwasser, Niedrigwasser und Eisstand oder -gang und deren Einwirkungen auf die Schiffahrt zur Untersuchung übrig. Die Literatur, die ich benutzen konnte, ist im allgemeinen wenig umfangreich und diente mehr zur Anhäufung von Zahlenmaterial als zur Entnahme irgend welcher Entwickelungen.

An erster Stelle ist hier das Elbstromwerk der preußischen Wasserbauverwaltung zu nennen, dann Prof. Ule: „Zur Hydrographie der Saale“. Die Hauptquellen des Materials sind die Akten der Königl. Wasserbauinspektionen zu Halle und Naumburg, des Königl. meteorologischen Instituts zu Berlin etc. Eine Kritik dieser Quellen in Bezug auf ihre Zuverlässigkeit ist wohl im allgemeinen unnötig, falls Unwahrscheinlichkeiten trotzdem vorkommen, gehe ich an der betreffenden Stelle näher darauf ein.

Als Grundlage für das Verständnis der Untersuchung ist sicher nötig, Umfang und Verteilung des gesamten Verkehrs genauer zu kennen. Wir grenzen also an der Hand der Karte diejenigen Flußgebiete ein, die in Betracht kommen: der obere Teil, die Durchbruchsstelle bis Harra eingeschlossen, weist nur in geringem Umfange Flößerei auf, so daß wir ihn vernachlässigen können. Den übrigbleibenden Flußlauf von Harra abwärts bis zur Mündung teilen wir ein in den floßbaren bis zur Mündung der Unstrut bei Naumburg und den schiffbaren von dort bis zur Mündung.

Auf dem ersteren herrscht zeitweise ein sehr starker Flößereibetrieb, zu dessen Erleichterung teils bewegliche Aufsatzbretter, die sogenannte Floßfahrt, teils Floßschleusen in die Wehre eingebaut sind. Am Wehre zu Kösen fehlt leider jede Vorrichtung zum Flößereibetrieb, die Flöße werden bei Niedrigwasser vor demselben auseinandergenommen und drüben wieder zusammengesetzt. Im allgemeinen bietet Niedrigwasser der Flößerei keine großen Hindernisse, da das Floß mit der durch Oeffnen der Floßschleuse entstandenen Welle weitergeht. Selbst in dem trockensten Jahre der behandelten Periode, im Jahre 1893, in dem die Schiffahrt aus diesem Grunde im Juli und August darniederlag, ist nur eine sehr geringe Verringerung des Floßverkehrs zu bemerken. Aehnlich wie bei der Schiffahrt aus den Pegelständen auf die Möglichkeit der Flößerei zu schließen, ist völlig undenkbar, da man die Höhenkurve der Flußsohle nicht kennt, dieselbe fortwährend durch Versandung andere Formen annimmt nud lokale Verhältnisse eine große Rolle spielen. Die durchschnittliche Stärke der Flöße beträgt ja auch nur, wenn wir den vom Staate angenommenen Tonneninhalt pro Quadratmeter von 1,62 tons und eine Holzdichte von 0,7 zu Grunde legen, nur 0,23 m.

Durch Hochwasser wird die Flößerei überhaupt nicht gehemmt, da die Flößer dann über die Wehre gehen. Im Gegenteil, gerade im März und April, den beiden Monaten der Schneehochwasser, sind die beförderten Holzmassen am größten und nehmen dann langsam und stetig ab, bis sie in den letzten 4 Monaten etwa konstant sind.

Eher bemerkbar und eher kontrollierbar trotz der sehr mangelhaften Vermerke in den Nachweisen sind die Behinderungen durch Eisstand oder Eisgang.

Zwar gibt es eine Bestimmung, nach der vom 1. Dezember bis 1. Februar nicht geschleust werden soll, doch kehrt man sich daran nicht. Infolgedessen kann das Aufhören der Flößerei und noch mehr der Beginn derselben mit Beginn und Ende von Eisstand oder Eisgang identifiziert werden.

Nach den Nachweisen des Floßeinnehmers zu Burgau bei Jena begann die Flößerei in der von mir beobachteten 12-jährigen Periode:

Jahr	Mittel	1893	1894	1895	1896	1897	1898
Beginn	2. II.	18. II.	1. II.	22. II.	15. II.	23. II.	9. I.
Ende	6. XII.	24. XII.	28. XI.	20. XI.	26. XI.	18. XI.	21. XII.

Jahr	Mittel	1899	1900	1901	1902	1903	1904
Beginn	2. II.	1. I.	6. I.	5. III.	3. I.	3. I.	9. II.
Ende	6. XII.	7. XII.	9. XII.	1. XII.	16. XI.	18. XII.	30. XII.

Im Mittel sind die beiden Monate also doch eingehalten. Daß das Resultat natürlich kein feststehendes sein kann, ist bei der kurzen Periode klar. Da mir aber für wichtige Werte in der Wasserbauinspektion Halle nur diese Jahrgängen zugänglich waren, habe ich mich der Gleichmäßigkeit halber auf diese kurze Periode beschränkt, zumal ja die Arbeit, wie eingangs erwähnt, programmatisch wirken soll. Die Flöße gehen in diesem Teile des Flußlaufes nur talabwärts, so daß die oben berechneten Termine wohl auch für das ganze Gebiet Geltung haben.

Betrachten wir nun die Stärke und den Umfang des Floßverkehrs, so muß ich vorher bemerken, daß man in den amtlichen Nachweisen unter dem Begriff Floß 2 Floßglieder faßt. Ein Floß mit 7 Gliedern würde also als $3^1/_2$ Flöße gerechnet werden. Die Breite der Flöße wird immer etwa dieselbe sein wegen der Floßschleusen. Die Zahlen für die Durchschleusungen stellen sich folgendermaßen dar, wenn wir daneben zum Vergleich aus je 4 Jahren das Mittel ziehen:

Zahl der durchgeschleusten Flöße in

	Burgau		Dornburg		Herrenmühle		Beuditz [1])	Planena	Trotha
1893	1702½	1586	1519	1296	522	523	21 768	252	110
1894	1829½		1535		553		26 527	321½	105
1895	1417		1112		535		22 527	256	85
1896	1394		1019		483		25 227	176	49
1897	1428	1330½	1131	1017	437	432	20 116	188	56
1898	1371		1069		378		18 763	136	42
1899	1359		944		473		17 847	159½	36
1900	1184		924		439		14 847	148½	53
1901	1087	1066½	837	918	380	361	13 648	142½	60
1902	1036		897		353		12 306	124½	26
1903	1075		933		392		12 541	150	5
1904	1067½		945		317		10 419	92½	3

Leider ist mir das Material für Beuditz in Flößen schwer zugänglich, so daß ich es nach der Statistik des Deutschen Reiches in tons geben muß. Im Jahre 1873 wurden noch 248 951 t, beinahe das 24-fache der Tonnenzahl des letzten Jahres, geschleust. Daß ein so gewaltiger Rückgang eingetreten ist, wird durch verschiedene Ursachen bedingt.

Es lohnt sich sicher nicht, Holz auf dem Wasserwege zu befördern, wenn es nicht nach einem an der Wasserstraße selbst gelegenen Orte bestimmt ist und ein Umschlag nötig wird; besonders bei geringer Entfernung wird die Bahn begünstigt durch größere Schnelligkeit bei nur geringer Verteuerung.

Bei der meist geringen Breite der Flußläufe und der in neuerer Zeit erhöhten Verwendung der Wasserkräfte für elektrische Werke und andere gewerbliche Anlagen, sowie der dadurch gesteigerten Zahl der Stauanlagen werden dieselben leicht beschädigt und zerstört. Was der Schiffahrt nützlich ist, geringes Gefälle und eine große Zahl Schleusen, verlangsamt und verteuert die Floßfahrt. Dazu kommt, daß neuerdings viele Fabriken an Ort und Stelle die Verarbeitung des Rohstoffes vornehmen, daß Eisenbahnen Ausnahmetarife einrichten und dadurch einen beträchtlichen Teil der Flößerei entziehen.

Außer diesen durch äußere Ursachen bedingten Verminderungen wird die Produktionsmenge an und für sich schon durch Abholzen und Nichtwiederaufforsten mancher Waldungen herabgesetzt sein.

Jedenfalls ist dieser Vorgang in großer Uebereinstimmung mit der Abnahme des Schiffsverkehrs auf dem oberen Teile der Saale, auf den wir nun eingehen wollen.

Den schiffbaren Lauf der Saale müssen wir nämlich nochmals einteilen in den oberen Teil von Naumburg bis zum Hafen Halle mit der von Artern ab schiffbaren Unstrut, der fast nur lokalen

1) Für Beuditz ist nicht Zahl der Flöße, sondern Tonnenzahl aus im Text erörterten Gründen gegeben.

	Jahr	Zahl der durchgeschleusten Schiffe im ganzen	Zahl der durchgeschleusten Schiffe unbeladen	Tragfähigkeit derselben in t	Beförderte Güter in t	Geschleuste Flöße in t
Zu Tal durchgegangen: Freyburg	1893	381	3	34 062	26 185	—
	1894	282	6	23 829	21 179	—
	1895	341	12	—	25 076	21
	1896	413	4	34 155	34 062	—
	1897	373	5	29 614	28 440	—
	1898	302	4	24 131	24 416	—
	1899	246	2	20 633	21 495	—
	1900	218	3	18 252	18 860	—
	1901	183	5	15 624	16 548	—
	1902	162	4	16 525	15 856	—
	1903	142	3	15 553	14 524	198
	1904	103	1	11 218	9 891	—
	Summe[1])	2805	40	243 596	232 436	
	Mittel	255	3,6	22 145	21 130,5	
Beuditz	1873	635	—	45 650	—	248 951
	1893	Angaben fehlen				21 768
	1894					26 527
	1895	380	5	—	24 289	22 527
	1896	556	8	40 077	40 998	25 227
	1897	410	13	29 742	27 928	20 116
	1898	402	10	26 876	26 185	18 763
	1899	349	12	24 249	24 436	17 486
	1900	332	7	22 681	23 848	14 847
	1901	294	7	21 259	22 389	13 648
	1902	259	6	23 584	22 212	12 306
	1903	268	5	24 021	22 175	12 541
	1904	302	1	20 320	18 183	10 419
	Summe	3172	69	232 809	228 354	
	Mittel	352,4	7,7	25 867,7	25 372,7	
Zu Berg durchgegangen: Freyburg	1893	372	293	33 312	2 077	1 533
	1894	281	222	20 765	1 742	1 032
	1895	333	225	—	3 255	373
	1896	491	468	40 246	2 594	400
	1897	457	383	37 150	2 903	784
	1898	295	248	23 495	1 937	838
	1899	231	193	19 480	1 673	375
	1900	212	187	17 796	1 378	327
	1901	180	154	15 280	1 586	275
	1902	156	141	16 156	855	248
	1903	131	111	14 090	1 292	216
	1904	76	59	8 163	820	91
	Summe	2882	2459	245 933	18 754	
	Mittel	262	221,2	22 175,7	170	

1) Für alle Summen ist das Jahr 1895 ausgelassen, da dessen Tragfähigkeit nicht angegeben ist.

	Jahr	Zahl der durchgeschleusten Schiffe im ganzen	Zahl der durchgeschleusten Schiffe unbeladen	Tragfähigkeit derselben in tons	Beförderte Güter in tons	Geschleuste Flöße in tons
Beuditz	1873	635	—	45 650	—	—
	1893	Angaben fehlen				
	1894	Angaben fehlen				
	1895	371	287	—	3 372	—
	1896	556	429	40 077	4 007	105
	1897	496	281	29 670	4 166	27
	1898	402	292	27 054	3 269	66
	1899	349	258	24 107	3 059	40
	1900	387	242	22 668	2 297	19
	1901	289	205	21 126	2 430	—
	1902	262	212	23 745	1 648	2
	1903	264	208	23 446	1 607	—
	1904	302	225	20 321	2 028	2
	Summe	3 307	2 501	232 214	25 111	261
	Mittel	367,4	278,9	258 016	2 790,1	29

	Jahr	Zahl der Kähne im ganzen	Zahl der Kähne unbeladen	Tragfähigkeit sämtl. Kähne in tons	Beförderte Güter in tons	Flöße in tons
Freyburg Angekommen zu Berg	1896	87	78	8 601	295	—
	1897	110	99	9 723	400	350
	1898	82	78	6 857	155	328
	1899	86	82	7 692	170	453
	1900	98	87	7 677	405	434
	1901	74	72	6 474	70	323
	1902	91	90	10 360	30	256
	1903	103	100	12 240	96	318
	1904	105	100	11 870	59	337
Angekommen zu Tal	1896	54	8	2 550	2 083	—
	1897	27	4	1 305	885	—
	1898	27	21	2 133	300	—
	1899	31	27	2 591	290	—
	1900	37	26	2 876	910	—
	1901	33	30	2 715	200	—
	1902	39	33	4 230	600	—
	1903	29	26	3 132	232	—
	1904	8	8	763	—	—

	Jahr	Zahl der Kähne im ganzen	Zahl der Kähne unbeladen	Tragfähigkeit sämtl. Kähne in tons	Beförderte Güter in tons	Flöße in tons
Freyburg Abgegangen zu Berg	1893	33	26	2 091	293	16
	1894	35	24	2 560	760	—
	1895	Angaben fehlen				
	1896	54	41	3 111	815	—
	1897	50	36	3 218	990	10
	1898	33	9	2 590	1 880	10
	1899	33	7	2 766	2 190	33
	1900	42	15	3 226	2 350	—
	1901	35	6	2 954	2 575	—
	1902	39	7	4 238	3 080	—
	1903	28	—	3 094	2 886	—
	1904	31	—	3 128	2 911	—
Abgegangen zu Tal	1893	95	10	7 468	6 315	—
	1894	120	4	10 229	9 870	—
	1895	Angaben fehlen				
	1896	82	—	7 233	7 955	—
	1897	107	—	9 489	9 495	—
	1898	79	—	6 626	6 935	15
	1899	85	—	7 574	8 155	—
	1900	100	9	8 056	8 350	—
	1901	77	—	6 830	7 330	—
	1902	91	1	10 312	9 757	—
	1903	98	1	11 656	10 096	—
	1904	81	—	9 464	7 814	—

Verkehr besitzt, und den unteren vom Hafen Halle bis zur Mündung. Ganz äußerliche Kennzeichen für sie sind:

1) Die Art der Aufwärtsbewegung: auf dem oberen Teile wird sie durch Treideln, auf dem unteren durch die Kettendampfer bewerkstelligt.

2) Die Abmessungen der Schleusen: die oberen Schleusen von Oeblitz bis Halle besitzen fast alle 5,65 m Breite und 52,73 m Länge des Kammes, die unteren von Gimritz bis Gottesgnade bei Kalbe 6,12 m Breite und 56,50 m Länge.

Dementsprechend stellt sich auch die Größe der Schiffe dar. Auf dem oberen Teil verkehren nach der Liste der dort stationierten Schiffe auf der Wasserbauinspektion Naumburg Fahrzeuge bis zu 164 t Tragfähigkeit und ca. 140 cm Tiefgang, unterhalb Halle dagegen neuerdings viele Kähne mit 360, ja einzelne mit 400 und 430 t und 170—180 cm Tiefgang, die meist noch die Elbe hinabgehen. Augenblicklich ist sogar ein Dampfer mit 500 t im Bau. Die Mittelwerte werden sich in der Untersuchung ergeben.

Wenden wir uns nun der genaueren Betrachtung des oberen Teiles zu, so sehen wir aus allen in Betracht kommenden Tabellen, daß der Verkehr auf der Unstrut und oberen Saale, die wir nicht trennen können, unaufhaltsam zurückgeht, im starken Gegensatz zum unteren Teile. In den Listen der Wasserbauinspektion wurden 1905 noch 32 im Bezirke beheimatete Kähne gezählt; wie ich beim Schleusenmeister zu Freyburg erfuhr, existieren nur noch 24, und gerade einige der größeren waren aus dem Verkehr gezogen, neue werden nicht gebaut. Die Ursache dieses Rückganges ist wohl die Unstrutbahn, die die Massenbeförderung hauptsächlich der Braunkohle an sich gerissen hat. Sehen wir uns die Verhältnisse an der Hand der Tabellen an, die allerdings bisweilen infolge mangelnden Materials Lücken zeigen. (Siehe die Tabellen S. 5—7.)

Es empfiehlt sich, aus denselben zu berechnen:

1) Die durchschnittliche Tragfähigkeit, da sowohl der oben erwähnte Grenzwert von 164 t als auch das Mittel von 92 t ein falsches Bild geben würden, denn im letzteren würden die schneller be- und entfrachteten kleinen Kähne zu wenig berücksichtigt sein.

2) Die durchschnittlich beförderten Güter, auf die beladenen Schiffe allein verrechnet, in t und Proz. der Tragfähigkeit, da diese Zahl wegen der Wassertiefe und deren Einfluß auf Ausnutzung der Fahrzeuge von Wichtigkeit ist.

	Beuditz durchgegangen		Freyburg durchgegangen		Freyburg angekommen		Freyburg abgegangen	
	zu Tal	zu Berg	zu Tal	zu Berg	zu Tal	zu Berg	zu Tal	zu Berg
Durchschnittliche Tragfähigkeit in t	73,4	70,2	86,8	85,3	92,2	95,8	93,8	80,4
Durchschnittl. beförderte Güter auf die beladenen in t	73,6	29,0	89,1	44,3	66,0	32,8	93,2	86,0
Schiffe allein verrechnet in Proz.	100,3	41,3	102,7	52,0	71,6	34,2	99,4	107,0

Wir sehen aus den Tabellen, und besonders aus der letzten Verrechnung, daß die Durchgangsschiffahrt flußaufwärts ganz unbedeutend ist, daß nur $^1/_4$ bezw. $^1/_7$ der Kähne beladen ist und bei diesen wiederum nur ca. 40 resp. 50 Proz. ihrer Tragfähigkeit ausgenutzt sind. Ferner, daß, im Gegensatz zu der sonstigen Abnahme, der Verkehr der Stadt Freyburg nach der Saale hin zugenommen hat. Der Verkehr der Stadt Freyburg nach der oberen Unstrut ist sehr geringfügig, während der nach der Saale die Stärke des Durchgangsverkehrs besonders in den letzten Jahren erreicht.

Betrachten wir die Bestandteile der Fracht zu Tal und zwar nur für die Anfangsjahre 4-jähriger Perioden 1893, 1897, 1901 und

das Endjahr 1904, so finden wir neben Steinwaren hauptsächlich Rohstoffe und Produkte der Zuckerindustrie beteiligt.

Es gingen durch die Schleuse:

	Jahr	Steine und Steinwaren	Zucker, Melasse, Sirup	Mauersteine, Tonröhren
Freyburg	1893	24 693	1142	—
	1897	23 818	—	1505
	1901	16 053	280	—
	1904	9 737	—	—
Beuditz	1893	20 885	1205	Außerdem sehr
	1897	23 876	690	viel Floßholz
	1901	19 473	—	und ab und zu
	1904	14 285	—	harte Stämme

Das bedeutet ein immer größeres Vorherrschen der Steine und Steinwaren.

Nach einem Bericht der Wasserbauinspektion Naumburg, den ich an Ort und Stelle einsah, haben ihren Ursprungsort: „Sandsteine bei Nebra, Kalksteine bei Freyburg und Balgstädt und Zuckerrüben zwischen Ritteburg und Nebra. Die Fracht geht hauptsächlich nach der oberen Saale, der Kalk z. B. nach Weißenfels und Dürrenberg. Da der letztere hauptsächlich für die Zuckerindustrie bestimmt ist, so wird er hauptsächlich in den letzten Monaten verladen, und zwar ist der Andrang dann derart, daß für andere Zwecke Schiffe nicht zu haben sind."

Nach den Durchschleusungstabellen für die einzelnen Monate in der Statistik des Deutschen Reiches kann man allerdings eine Anhäufung und Bestätigung des letzten Satzes nicht finden.

Wir betrachten nun die event. auftretenden Hindernisse, zunächst die durch Niedrigwasser verursachten Behinderungen, die sich durch schwächere Frachtzahlen im Juli, August und September kundgeben müßten. Abschwächungen in diesen Monaten treten während der ganzen 12-jährigen Periode nur in den Jahren 1893 und 1904 auf. In Freyburg wurden durchgeschleust im Juli 1893 zu Berg 7 Kähne, davon 1 unbeladen, die übrigen 6 sind aber bei 593 t Tragfähigkeit mit nur 76 t beladen, entsprechend dem allgemeinen Ausnutzungsverhältnis; zu Tal nur 3 beladene Fahrzeuge mit nur 50 Proz. Ladung, während die Ausnutzung sonst 102,7 Proz. beträgt. Im Jahre 1904 sind während der eigentlichen Versommerung nur halb soviel Güter befördert als in den Vorjahren. Aber auch in der Zeit vom 1. Januar bis 10. Juli sind 8000[1]) t Güter weniger durch etwa 4 Zollschleusen gegangen als im Mittel in den gleichen Zeiträumen 1901—1903. Damals war genügend Wasser vorhanden und die Schiffahrt war von Mitte Januar ab frei. Es muß also am Mangel an Aufträgen gelegen haben.

1) Nach dem erwähnten Bericht der Wasserbauinspektion Naumburg. Die Abschwächungen bei den einzelnen Schleusen sind anscheinend addiert.

Vom Minister ist nun durch einen Erlaß vom 12. August 1881 eine Mindesttiefe für die Unstrut von 80 cm, für die obere Saale von 70 cm festgesetzt. Der Schiffer rechnet als genügende Fahrtiefe seinen Tiefgang bei voller Befrachtung plus 20 cm. Das würde bei den 32 stationierten Schiffen (ich konnte nicht erfahren, welche ausgeschieden waren) durchschnittlich 1,10, für die meisten größeren 1,25 m sein. Eine ungehinderte Fahrt würde also bei etwa 1,45 m Fahrtiefe möglich sein. Leer können die Schiffe immer fahren; das größte mit Volltiefgang von 143 cm besitzt nur einen Leertiefgang von 40 cm. Eines der größeren Fahrzeuge mit Tragfähigkeit von 124 t und 112 cm Tiefgang büßt bei einem Verlust von 2 cm am Tiefgang 3,123 t an der Ladung ein. Bei 92 cm Wasserstand könnte dasselbe also nur noch mit halber Ladung fahren.

	Bekannter niedrigster Wasserstand vor 1881	Niedrigerer nach 1881		1893	1904	Summen sämtlicher niedriger Wasserstände von 1881—1904	Mittel
		von	bis				
Freyburg	1,48	1,19	1,28	1	1	2	0,08
U. P. = 101,40		1,29	1,38	5	—	5	0,2
1. U. Dr. = 101,25		1,39	1,48	9	—	9	0,4
2. U. Dr. = 100,21		1,49	1,58	35	—	38	1,6
		1,59	1,68	56	4	94	3,9
		Unter	1,48:	15	1	16	
Oeblitz	1,24	0,55	0,64	9	—	9	0,4
U. P. = 96,366		0,65	0,74	16	—	16	0,7
U. Dr. = 96,02		0,75	0,84	24	17	41	1,7
		0,85	0,94	44	45	92	3,8
		0,95	1,04	14	39	147	6,1
		1,05	1,14	50	24	324	13,5
		1,15	1,19	30	18	236	9,8
		1,20	1,23	6	9	202	8,4
		Unter 1,24 sind		193	152		
Herrenmühle	1,30	0,53	0,62	1	—	1	0,04
U. P. = 92,207		0,62	0,72	1	—	1	0,04
U. Dr. = 90,49		0,73	0,82	10	—	10	0,4
		0,83	0,92	14	—	14	0,6
		0,93	1,02	29	—	29	1,2
		1,03	1,12	31	9	46	1,9
		1,13	1,22	18	38	85	3,5
		1,24	1,30	24	27	113	4,7
		Unter 1,30 sind		128	64		
Dürrenberg	1,02	0,75	0,82	—	—	2	0,08
U. P. = 86,316		0,83	0,92	10	5	18	0,8
U. Dr. = 85,59		0,93	1,02	20	33	67	2,8
		Unter	1,02:	30	38		

In der Unstrut ist neben der Schleuse Artern am ungünstigsten gestellt die Grabenschleuse unterhalb Nebra, doch wird auch hier der Wasserstand von 0,80 m in der Periode 1881—1904 nur an 4 Tagen unterschritten.

In der Saale haben immer mindestens die vorgeschriebene Wassertiefe die Strecke Beuditzschleuse bis Herrenmühlschleuse und Rischmühlschleuse bis Menschauer Schleuse. Mangelhaft ist besonders eine Strecke unterhalb der Herrenmühle und eine oberhalb des Dorfes Dehlitz. Die Wasserbauinspektion Naumburg hat für 6 Schleusen eine Tabelle über die Häufigkeit von gewissen niedrigen Wasserständen in der Periode 1881—1904 aufgestellt. Ich habe nur das für uns Wichtige herausgenommen und zu dem Pegelstand die Differenz Pegelnullpunkt—Unterdrempel addiert resp. subtrahiert, so daß wir in vorstehender Tabelle die Wasserstände über dem Unterdrempel haben.

Nach dieser Tabelle, vorzüglich der für Oeblitz, ist es erklärlich, daß in Freyburg im ganzen Jahr 1893 die Kähne nur zu 76,8 Proz. ihrer Ladefähigkeit anstatt 95,5 Proz, ausgenutzt wurden. Wir sehen auch, daß in Freyburg immer viel günstigerer Wasserstand ist als auf der Saale selbst. Im allgemeinen wird in der Schleuse Oeblitz der für halbe Ausnutzung nötige Wasserstand von 92 cm nur in den Jahren 1893 und 1904 an einer größeren Anzahl von Tagen, 1892 und 1903 nur an einem und 1894 an 2 Tagen unterschritten. Würde das Monatsmittel des August 1904 als Regulierniedrigwasser zu Grunde gelegt, so sind von Freyburg bis zur Unstrutmündung und von der Herrenmühlschleuse bis unterhalb Dehlitz Baggerungen nötig[1]). Falls diese ausgeführt würden, würden die Schiffahrtstage zunehmen in der Strecke:

Freyburg—Oeblitz	um	37 Tage
Oeblitz—Beuditz		40 „
Beuditz—Herrenmühle		genügend Wasser
Herrenmühle—Dürrenberg		5 Tage
Dürrenberg—Rischmühle		2 „
Rischmühle—Menschau		— „
Menschau—Schkopau		4 „

Bei all diesen Untersuchungen müssen wir immer wieder den progammatischen Charakter betonen. Es ist klar, daß bei einem so kleinen Fluß Ablagerungen sowohl als auch Baggerungen sehr bald das Bild der Fahrrinne verändern können, wie ich später an einer Stelle zeigen werde. Die Drempel der Schleusen selbst bleiben ja unverrückt, aber die wechselnde Lage derselben zu der unter oder über ihnen liegenden Flußsohle machen eine sichere Berechnung schwierig und, da man ja die Höhe bestimmter Bänke und Riffe gegen die Drempel auch nicht kennt, ihren Wert ziemlich illusorisch. Diese Verhältnisse werden bei größeren Strömen sicher ein anderes Bild geben. Bei ihnen kennt man sehr wohl die Flußsohle und die

1) Nach dem oben erwähnten Bericht der Wasserbauinspektion Naumburg.

Höhe etwa in ihr befindlicher Bänke. Es lohnt sich bei ihrem starken Verkehr auch eher, öfter wiederkehrende genaue Peilungen vorzunehmen.

Wir betrachten jetzt die Verhinderungen der Schiffahrt durch Hochwasser und scheiden dazu die Hochwasser des Sommers von denen des Winters, unter denen wieder die durch Schneeschmelzen entstandenen eine besondere Stellung einnehmen.

Entsprechend dem allgemeinen Abflußverhältnis, das Ule nach dem Mittel 1882—1891 zu 48 Proz. in der Zeit vom November—April und zu 17 Proz. im Mai—Oktober berechnet, werden die Sommerhochwasser meist eine geringe Bedeutung erlangen, da Vegetation, Verdunstung und ausgetrockneter Boden einen verhältnismäßig großen Teil des Niederschlages beanspruchen. Um so bedeutender sind die Winterhochwasser, z. B. das Ende November 1890 eingetretene, das sämtliche andern um über 1 m an Höhe übertrifft. Für die untere Saale ist bei solchen durch Niederschlag verursachten Hochwassern die Unstrut viel wichtiger als der Oberlauf der Saale selbst. Das Entwässerungsgebiet der Unstrut ist nämlich bei der Mündung in die Saale etwa $2\frac{1}{2}$mal so groß als das der Saale bis zu diesem Punkte.

Andererseits beträgt das allgemeine Gefälle der Saale von Weischwitz, etwa 5 km oberhalb Saalfeld, bis zur Unstrutmündung 1,26 ‰ oder 1:794 bei einer Länge von 93 km gegen 0,68 ‰ oder 1 : 1449 für den 39,4 km langen Mittellauf der Unstrut von der Geramündung bis zum Bretlebener Wehr und 0,36 ‰ oder 1 : 2778 für den schiffbaren Unterlauf der Unstrut mit 60,5 km Länge. Wir sehen, das Gefälle in der Unstrut ist 2—$3\frac{1}{2}$mal geringer als im gleichlangen Teil der Saale. Zum Ausgleich dieses Faktors können in der neueren Zeit gebaute und den Abfluß begünstigende Einpolderungen und Deichanlagen dienen. Vor dem Jahre 1858 kam das Hochwasser 4—5 Tage später an als das Saalehochwasser. Jetzt ist der Unterschied schon auf 2 Tage verringert. Derselbe Weg von Sachsenburg bis Freyburg, der früher in $4\frac{3}{5}$ Tagen zurückgelegt wurde, wird jetzt in 3 Tagen durchmessen. Dafür steht der Wasserstand am Pegel zu Freyburg, mit demjenigen zu Sachsenburg verglichen, um 0,90 m höher als früher. Die allgemeine Schneeschmelze wird in den meisten Jahren ein höheres Ansteigen des Wasserstandes verursachen.

Von all diesen Hochwassererscheinungen kommen offenbar nur die in Betracht, die die Schiffahrt hemmen. Eine direkte Verhinderung tritt ein, wenn das Hochwasser die Tore der Schleuse überflutet. Hat es diese Höhe noch nicht erreicht, aber die Schnelligkeit des Stromes beeinträchtigt die Lenkbarkeit des Schiffes, so vermag der Schiffer durch Auslegen von Schleppketten die Schnelligkeit zu regulieren. Den weiter oben gebrachten Ausführungen entsprechend treten die Hochwassererscheinungen vollständig übereinstimmend in der Unstrut und dem oberen Teile und andererseits dem unteren

Teile auf, wie die graphische Darstellung, die ich bei Erörterung des Eisstandes gebe, zeigt. Die Schleuse Freyburg weist nur eine länger dauernde Verhinderung auf als die Schleuse Trotha, doch erklärt sich dieser Umstand wohl mit daraus, daß die Schleusentore im unteren Teile ca. 80 cm höher sind als im oberen. Festzustellen, aus welchen Ursachen diese für uns in Frage kommenden Hochwasser entstanden sind, ist nicht leicht. Wir können nur konstatieren, daß mit Ausnahme des Mai 1899 kein die Schiffahrt hinderndes Hochwasser im Sommer eingetreten ist. Die Dauer der Verhinderung ist im Mittel für Freyburg 4,75, für Trotha 3,08 Tage im Jahre, die längste Periode zählt für Freyburg 20, für Trotha 12 Tage der Verhinderung.

Die Hochwasser bei großen Flachlandströmen werden in bestimmten Beziehungen denen der Saale ähneln. Ihre Breitenausdehnung wird auch immer nur 1—2 km als Ueberschwemmungsgebiet haben. Einengungen des Hochflutbettes dagegen, wie sie bei der Saale öfter vorkommen — ich erinnere an die große Bogenbrücke bei Giebichenstein und andere — und damit verbundene noch erhöhte Geschwindigkeiten werden meist nicht auftreten. Die Hochwasserstände werden im allgemeinen auch längere Perioden in Anspruch nehmen, doch ist in dieser Beziehung der Umstand für die Saale wichtig, daß die Hochflutkämme der Saale und Unstrut nacheinander an der Unstrutmündung ankommen und so die Dauer der Flut für den unteren Teil verlängern.

Zur Untersuchung des unteren Teiles mache ich auch hier Angaben über Verteilung und Stärke des Verkehrs und weise auf ihre Eigenheiten hin. Wie ich schon vorher erwähnt habe, ist der Verkehr vom Hafen Halle abwärts nicht mehr lokaler Natur, sondern Uebergangsverkehr nach der Elbe. Oberhalb dieses Hafens ist zwar noch etwas Verkehr, doch hat er bei Planena nur etwa $^1/_{20}$ des Umfanges desselben bei Trotha. Um dieses vollständige Abschneiden des Hauptverkehrs mit dem Hafen Halle zu veranschaulichen, gebe ich neben den Tabellen der Schleusen Trotha und Gottesgnade bei Kalbe auch die der Schleuse Planena an dieser Stelle, obwohl sie unseren früheren Ausführungen zufolge zum oberen Teile gehört.

Bei diesen Tabellen haben wir eine Fehlerquelle, die wir nicht unerwähnt lassen dürfen: Die Zahlen der Schleuse Kalbe habe ich der Statistik des Deutschen Reiches entnommen, in der die Tragfähigkeit für sämtliche durchgegangenen Schiffe angegeben ist. In den Akten der Wasserbauinspektion Halle war dagegen die Tragfähigkeit nur der beladenen Schiffe zusammengezogen und im Quartalsbericht zusammengefaßt; die der unbeladenen hätte ich erst ausziehen und addieren müssen, was mich zu sehr aufgehalten hätte. Ich glaube nicht, daß sich ein sehr großer Fehler eingeschlichen hat, doch ist es immerhin möglich, daß der Durchschnitt für die unbeladenen ein größerer ist als der Gesamtdurchschnitt. In diesem Falle wäre die

Zu Tal:

	Jahr	Anzahl sämtl. Kähne	Anzahl davon unbel.	Gesamt-tragfähigkeit in t	Gesamt-fracht in t	Durchschn. Trag-fähigkeit in t	Durchschnittlich beförderte Güter in t	Durchschnittlich beförderte Güter in %	Verhältnis der unbel. zu sämtl. Kähnen
		1	2	3	4	5	6	7	8
Trotha	1893	754	441	42 632,2	20 153,1	136,2	64,4	47,3	58,5
	1894	867	541	53 958,9	44 379,5	165,5	136,1	82,2	62,4
	1895	772	505	44 604,8	39 055	167,1	146,3	87,6	65,4
	1896	855	554	51 696,6	44 894,9	171,7	149,1	86,8	64,8
	1897	888	564	57 263,2	52 459,9	176,7	161,9	91,6	64,7
	1898	945	618	59 171,8	55 869,2	180,8	170,8	94,5	65,4
	1899	1017	707	65 559,4	56 579,0	211,5	182,5	86,3	69,5
	1900	1089	864	40 794,8	28 861,0	181,3	128,3	70,8	79,3
	1901	817	513	65 855,2	56 317,1	240,0	191,6	79,8	64,0
	1902	912	565	98 759,3	59 162,8	284,6	170,5	59,6	61,9
	1903	1002	626	105 919,0	58 451	281,7	152,8	54,2	62,5
	1904	757	516	68 854	36 762	285,7	152,5	53,4	68,2
Kalbe	1893	1044	174	176 784	124 990	169,33	143,67	84,25	16,7
	1894	1193	159	197 024	182 490	165,16	176,49	106,86	13,3
	1895	1020	135	199 023	155 018	195,13	175,16	89,77	13,2
	1896	1097	145	207 748	185 399	189.37	194,74	102,83	12,3
	1897	1224	87	234 264	221 860	191,39	195,13	101,91	7,1
	1898	1262	100	255 171	235 279	202,20	202,48	100,14	8,0
	1899	1440	86	288 998	280 885	200,69	207,45	103,37	6,0
	1900	1459	105	293 464	274 838	201,14	202,98	100,91	7,2
	1901	1264	89	285 708	251 720	226,03	213,12	94,29	7,0
	1902	1435	83	429 062	293 160	299,00	216,83	72,52	5,8
	1903	1768	88	543 625	363 384	307,48	216,30	70,35	5,0
	1904	1284	73	417 406	260 765	325,08	215,33	66,24	5,7

Zu Berg:

	Jahr	Anzahl sämtl. Kähne	Anzahl davon unbel.	Gesamt-tragfähigkeit in t	Gesamt-fracht in t	Durchschn. Trag-fähigkeit in t	Durchschnittlich beförderte Güter auf die beladenen allein in t	Durchschnittlich beförderte Güter auf die beladenen allein in %	Verhältnis der unbel. zu sämtl. Schiff.
		1	2	3	4	5	6	7	8
Trotha	1893	752	299	49 058,7	28 627,5	108,3	63,2	58,4	39,8
	1894	876	347	67 478,6	42 970,8	127,6	81,1	63,6	39,6
	1895	765	266	68 820,9	46 067,8	137,9	92,3	66,9	34,8
	1896	845	349	87 043,6	62 743,1	175,5	126,5	72,1	41,3
	1897	888	348	94 299,8	67 216,4	174,6	124,5	71,3	39,2
	1898	948	367	112 332,6	82 174,6	193,3	141,4	73,2	38,7
	1899	991	361	115 406,8	85 622,2	183,2	135,9	74,2	36,4
	1900	1083	333	110 167,2	85 035,9	146,9	113,4	77,3	30,7
	1901	827	345	107 628,5	72 124,7	223,3	149,4	66,9	41,4
	1902	911	348	146 843,6	80 060,7	260,9	142,2	54,9	38,2
	1903	890	365	169 262,0	96 840,9	322,4	184,5	57,2	41,0
	1904	769	248	129 438	76 284	248,4	146,4	58,9	32,4

Zu Berg:

	Jahr	Anzahl sämtl. Kähne	Anzahl davon unbel.	Gesamt-tragfähigkeit in t	Gesamt-fracht in t	Durchschn. Trag-fähigkeit in t	Durchschnittlich beförderte Güter auf die beladenen allein in t	Durchschnittlich beförderte Güter auf die beladenen allein in %	Verhältnis der unbel. zu sämtl. Schiff.
		1	2	3	4	5	6	7	8
Kalbe	1893	1135	638	189 658	60 375	167,10	121,48	72,70	56,21
	1894	1218	616	221 560	91 735	181,90	152,38	83,77	50,57
	1895	1013	431	182 053	81 644	179,71	136,07	75,72	40,77
	1896	1098	355	208 203	116 112	189,62	156,27	82,41	32,33
	1897	1234	542	238 683	114 406	193,44	165,33	85,47	43,92
	1898	1302	526	260 042	129 941	199,73	167,45	83,84	40,40
	1899	1396	605	277 355	132 690	198,68	167,75	84,43	43,34
	1900	1507	777	301 635	121 800	200,76	166,85	83,36	51,56
	1901	1241	568	274 188	115 295	220,94	171,32	77,54	45,77
	1902	1426	740	425 037	120 097	298,06	175,07	58,74	51,89
	1903	1779	1047	542 717	137 520	305,07	187,87	61,58	58,85
	1904	1302	838	392 429	92 085	301,41	198,46	65,84	64,36

Schleuse Planena.

	Jahr	Anzahl sämtl. Kähne	Anzahl davon unbel.	Gesamt-tragfähigkeit in t	Gesamt-fracht in t	Durchschn. Trag-fähigkeit in t	Durchschnittlich beförderte Güter auf die beladenen allein in t	Durchschnittlich beförderte Güter auf die beladenen allein in %	Verhältnis der unbel. zu sämtl. in %
		1	2	3	4	5	6	7	8
Zu Tal	1893	165	29	10 540	7 662	77,5	56,3	72,6	17,6
	1894	213	44	10 449	9 901,5	65,7	62,3	94,8	21,7
	1895	165	25	7 997,2	7 735,3	57,1	55,2	96,7	15,2
	1896	353	81	11 590,6	11 067,9	42,6	40,7	95,5	22,9
	1897	648	88	19 320,9	16 154,1	34,5	28,8	83,5	13,6
	1898	260	75	7 061,7	6 756,3	38,2	36,5	95,5	27,3
	1899	359	36	8 461,6	8 204,8	26,2	25,4	97,0	10,0
	1900	373	55	7 235,5	7 010,8	22,8	22,0	96,5	24,7
	1901	421	56	7 162,7	6 944,8	19,6	19,0	96,9	13,3
	1902	212	85	5 600,7	4 442	44,1	35,0	79,4	40,0
	1903	140	59	5 345,0	3 949,1	66,0	48,8	74,0	42,1
	1904	129	89	3 730	2 726,2	93,3	68,2	73,1	69,0
Zu Berg	1893	169	38	14 982,9	8 363,5	114,4	63,8	55,8	22,5
	1894	209	141	7 624,0	5 076,0	112,1	74,7	66,6	67,5
	1895	173	134	4 014,1	2 066,7	102,9	53,0	31,5	77,5
	1896	374	260	5 417,6	3 712,5	47,5	32,6	68,6	69,5
	1897	654	526	6 612,5	5 443,3	51,7	42,5	82,2	80,4
	1898	299	208	7 483,1	4 087	82,2	44,9	54,6	69,6
	1899	359	302	6 314,8	3 235,5	110,8	56,8	51,3	84,1
	1900	433	331	4 735,4	2 618,7	46,4	25,7	55,4	76,4
	1901	486	429	2 703,0	1 546,0	47,4	27,1	57,2	88,3
	1902	450	331	5 109,3	3 392	42,9	28,5	66,4	73,6
	1903	376	315	2 983,0	1 342,5	48,9	22,0	45,0	83,8
	1904	313	170	6 081,0	4 143,5	42,5	29,0	68,2	54,3

durchschnittliche Tragfähigkeit für Trotha zu klein gegen die der Schleuse Gottesgnade bei Kalbe.

Wir beginnen nun mit der Schiffahrt zu Tal, da wir manche Eigenschaften der zu Berg erst nachher verstehen können. Bei der Tabelle für Kalbe bemerken wir in Spalte 1, 3 und 4 ein ständiges Wachsen, gleichzeitig steigen aber auch die Verhältnisse 3 : 1 und 4 : 1—2, die wir in die Spalten 5 und 6 einsetzen. Die Gesamtfracht nimmt schneller zu als Schiffszahl und Tonneninhalt, so daß auch die Spalte 7, das Verhältnis der durchschnittlich beförderten Güter zur durchschnittlichen Tragfähigkeit, in Prozenten ausgedrückt, bis zum Jahre 1899 zunimmt. Die große Inanspruchnahme der Kähne, die durch eine durchschnittlich beförderte Fracht von 103,37 Proz. der Tragfähigkeit für Kalbe im Jahre 1899 und 106,86 im Jahre 1894 und eine solche von 94,5 Proz. für Trotha im Jahre 1898 gekennzeichnet wird, veranlaßt den Bau größerer Schiffe, während die Zahl nicht erheblich zunimmt. Der durch Neubau hinzugekommene verfügbare Tonneninhalt schießt jedoch über das genügende Maß weit hinaus, so daß von 1899 ab in Spalte 7 eine erhebliche Abnahme zu verzeichnen ist. Wir können uns den Vorgang auch noch anders erklären: Es ist sehr wahrscheinlich, daß der Uebergangsverkehr nach der Elbe relativ stark zugenommen hat, daß deshalb mehr größere Schiffe in Gebrauch genommen sind, die wegen nicht vollständig genügender Aufträge oder wahrscheinlich auch wegen des für sie geringen Wasserstandes in der Saale hier noch nicht voll belastet werden können.

Bei dem Verkehr zu Berg sind die Spalten 1, 3 und 5 fast dieselben wie eben. Entsprechend der obenerwähnten Zunahme bis 1899 fällt auch das Verhältnis der Zahl der unbeladenen Schiffe zur Gesamtsumme von 56,21 Proz. bis 32,33 Proz. im Jahre 1896 und 40,40 Proz. im Jahre 1898, wird nachher wieder ungünstiger und steigt ständig bis auf 64,36 Proz. im Jahre 1904. Verrechneten wir nun z. B. die durchschnittliche Fracht auf die Gesamtzahl der Schiffe, so würden wir ein ganz falsches Bild bekommen, es würde nämlich aussehen, als wenn die durchschnittlich beförderte Fracht abnähme, während sie in Wirklichkeit ständig zunimmt. Ihr Wachstum kann allerdings mit dem der durchschnittlichen Tragfähigkeit nicht Schritt halten, so daß das Verhältnis in Spalte 7 von 1897—1898 an auch abnimmt. Die durchschnittliche Tragfähigkeit des Bergverkehrs für 1904 von 248,4 für Trotha und 301,41 für Kalbe gegen 285,7 und 325,1 im Talverkehr gibt auch zu denken. Man hat offenbar vermieden, bei dem das ganze Jahr anhaltenden Niedrigwasser größere Kähne aus der Elbe die Saale hinaufgehen zu lassen, man hat sich mit kleineren beholfen.

In der Schleuse Kalbe sind in den 12 Jahren 161 Schiffe mehr zu Berg gegangen als zu Tal, in der Schleuse Trotha 130 mehr zu Tal. Noch auffallender ist der Unterschied für die Schleuse Planena. Die Summe sämtlicher 1902—1904 zu Berg gefahrenen Schiffe beträgt 1139, die zu Tal gefahrenen erreichen dagegen nur die Zahl

von 481 Kähnen. Ueberhaupt ist die Zahl der zu Berg gegangenen stets größer als die der im Talverkehr. Ganz eigenartig ist auch das stetige Abfallen der durchschnittlichen Tragfähigkeit des Talverkehrs der Schleuse Planena von 77,5 t bis 19,6 t im Jahre 1901 und darauf ein Steigen bis auf 93,3 im Jahre 1904; ebenso der Unterschied zwischen Berg- und Talverkehr in dieser Spalte. Die Ursachen dieser merkwürdigen Verhältnisse vermag ich nicht zu nennen.

Wasserstand von	bis	1893	1894	1895	1896	1897	1898	1899	1900	1901	1902	1903	1904	Summe	Mittel
1,70	1,79	11												11	0,92
1,80	1,89	9												9	0,75
1,90	1,99	29												29	2,42
2,00	2,09	56	8	1									15	80	6,67
2,10	2,19	73	29	23	2	11	2	1			4	14	58	217	18,08
2,20	2,29	44	37	62	25	58	75	49	30	35	29	28	70	542	45,17
2,30	2,39	34	76	113	85	80	87	97	73	97	96	78	61	977	81,42
2,40	2,49	25	51	45	87	49	51	81	82	59	63	100	52	745	62,08
2,50	2,49	12	65	32	42	65	27	45	58	41	48	87	32	554	46,17
2,60	2,69	13	37	17	42	24	9	25	32	31	37	32	31	330	27,50
2,70	2,72	3	7	10	15	12	10	4	9	8	9	1	7	95	7,92
		309	310	303	298	299	261	302	284	271	286	340	326	3589	299,1

Wir gehen nun zu den Hindernissen der Schiffahrt auf dem unteren Teile über und wenden uns zuerst dem Niedrigwasser zu. Um festzustellen, an welchen Stellen Riffe oder Bänke in der Fahrrinne den Verkehr hemmen, sehen wir ein Längsprofil der Fahrrinne ein und ermitteln nach dem N.N.W. des Jahres 1893 die bedrohtesten Stellen. Dafür steht mir jedoch nur das im Frühjahr 1905 aufgestellte Sohlenprofil der Wasserbauinspektion Halle zur Verfügung. Allerdings ist dieses Stück auch das wichtigste, denn im anhaltischen Gebiete wird der nötige Wasserstand meist vorhanden sein. Sehr ungünstig ist in diesem mir vorliegenden Profile eine Bank 200 m oberhalb des Trothaer Wehres, die bei dem N.N.W. 1893 nur 88 cm Wasserstand hatte, bei 1,70 O. P. Trotha. Diese Stelle müßte 1,90 m Wasserstand besitzen, um den vollen Verkehr zu ermöglichen, was einem Wasserstand von 2,72 m am O. P. Trotha entspräche. Die übrigen Teile haben fast alle von Natur fast genügenden Wasserstand oder derselbe ist durch Baggerungen und Sprengungen hergestellt worden. Aehnlich unserer Tabelle für verschiedene Schleusen des Bezirkes der Wasserbauinspektion Naumburg habe ich die Häufigkeit der Wasserstände bis zu 2,72 m für die einzelnen Jahre bestimmt. Wir finden hier auffallend viel niedrige Wasserstände in den Jahren 1893 und 1904, doch sind die beiden Jahre immer noch sehr weit voneinander verschieden; im Jahre 1893 haben wir 105 Tage mehr mit einem Wasserstande bis 2,19 m O. P. Trotha als im Jahre 1904. Diesen ungünstigen Wasserständen ent-

sprechend haben wir für Kalbe, zu Berg und zu Tal, Trotha, zu Berg und zu Tal, und Planena, zu Tal, sehr große Verminderungen. Allein Planena hat 1904 zu Berg eigentümlicherweise eine große Steigerung des Verkehrs, und zwar hauptsächlich im 2. Quartal, wo es das Doppelte bis Dreifache der Vorjahre aufweist. Die durchschnittliche Tragfähigkeit beträgt auch nur 42,5 t, so daß der Verkehr selten gehindert wird. Hier wirken eben die günstigen oder ungünstigen Geschäftskonjunkturen, wie im oberen Teile bei der Verminderung um 8000 t vom 1. Januar bis 10. Juli 1904. Derselbe Faktor ist offenbar auch bei folgenden beiden Jahren in Wirksamkeit. Betrachten wir nämlich die beiden in der Tabelle für die nicht genügenden Wasserstände auffallend günstigen und einander sehr ähnlichen Jahre 1900 und 1901 in der Tabelle für den Verkehr der Schleuse Trotha, so zeigen sie ganz bedeutende Unterschiede. Im Bergverkehr zunächst beinahe die gleiche Gesamttragfähigkeit, in der Gesamtfracht einen Ausfall für 1901, eine durchschnittliche Tragfähigkeit für 1900 von 146,9 t gegen 183,2 t im Vorjahre und 223,3 im Jahre 1901, durchschnittlich beförderte Güter im Betrage von 113,4 t = 77,3 Proz. der durchschnittlichen Tragfähigkeit gegen 149,4 t = 66,9 Proz.; das Verhältnis der unbeladenen zu sämtlichen Schiffen bringt sogar 30,7 Proz. gegen 41,4 Proz. im Jahre 1901, also die beiden Extreme der ganzen Periode. Im Verkehr zu Tal beinahe dieselben Verhältnisse, doch besitzt das Jahr 1900 hier nur die Hälfte der Fracht der Vor- und Nachjahre. Woher erklärt sich nun hier der auffallende Rückgang in der durchschnittlichen Größe der Schiffe, durch Niedrigwasser ist er doch in keiner Weise gerechtfertigt. Im Gegensatz zu diesen Tabellen der Schleusen Trotha und Planena bemerken wir in denen der Schleuse Gottesgnade bei Kalbe eine viel größere Stetigkeit in der aufsteigenden Linie und nur solche Ausfälle, die wir durch klimatologische Momente, Niedrigwasser, Eisstand etc. erklären können. Wiederum eine Stütze für unsere frühere Behauptung, daß wir bei großen Flüssen mit starkem Verkehr viel stärker in die Augen fallende Resultate erhalten.

Aber auch hier müssen wir wieder Einschränkungen machen in Bezug auf die unbedingte Richtigkeit unserer Darstellungen. Wir hatten nämlich angenommen, daß die absolute Höhe der Bank 200 m oberhalb des Trothaer Wehres dieselbe geblieben sei. Auf eine Anfrage an die Wasserbauinspektion Halle bekam ich aber die Antwort, daß bei einer im August 1906 vorgenommenen Längsverpeilung die Höhe der Bank gleich 71,441 oder 1,48 m unter dem N.N.W. 1893 gefunden sei, die Sohle mithin durch die letzten Baggerungen um 60 cm gesenkt sei. Wann dies geschehen ist, kann ich nicht feststellen, der Umstand zeigt aber wieder unabweisbar die Notwendigkeit jährlicher genauer Peilungen.

Sehen wir nun von den extremen Jahren ab und lassen die Senkung der Sohle außer acht, so erhalten wir für die ersten Jahre unserer Periode immerhin noch etwa 288 Tage, an denen die Schiffahrt etwas, wenn auch nicht in schwerer Weise, gehemmt ist. Durch-

schnittlich hätten wir 191 Tage mit Wasserständen zwischen 1,38 und 1,67 m über jener Bank. Ziehen wir aber die Sohlenänderung in Betracht, so haben wir, wenn wir 1,90 m als genügende Wassertiefe ansehen, in normalen Jahren kaum eine Verhinderung der Schiffahrt durch jene Stelle. Ob nun nicht andere Bänke an Stelle jener Haupthindernisse bilden, kann ich nicht beurteilen, da ich kein Profil der jetzigen Fahrrinne besitze. Obiges Resultat stimmt aber auch nach einer Auskunft, die ich in Halle erhielt, jetzt für das ganze Gebiet der Inspektion Halle. Die Materialien für den unteren Teil in Magdeburg und Dessau zu holen, konnte ich mir ersparen, da jedenfalls immer in normalen Jahren genügend Wasser vorhanden ist. An der Inspektion Halle habe ich ja auch gezeigt, wie man meiner Meinung nach vorwärts gehen könnte.

Der Behandlung der Hochwassererscheinungen im ersten Teile habe ich nichts mehr hinzuzufügen, ich komme also zum letzten Punkt, den Verhinderungen durch Eisstand oder Eisgang, und erörtere ihre Einwirkungen im ganzen schiffbaren Flußlauf.

Wann solche Verhinderungen vorgekommen sind, ist in den Akten natürlich nicht vermerkt, die Schleusenmeister haben nur neben den betreffenden Pegelstand den Vermerk Eisstand oder Eisgang etc. gesetzt. Wir müssen nun die Nachweise der Durchschleusungen zu Hilfe nehmen und können aus beiden zusammen bestimmen, an welchen Tagen Eisstand oder -gang war und gleichzeitig kein Schiff durchgeschleust wurde. Daß also der zweite Umstand die Folge des ersten ist, ist nicht unbedingt notwendig. In den meisten Fällen, vor allem bei starkem Verkehr, wird es aber zutreffen, es mag mir daher gestattet sein, dies anzunehmen. Der Uebersicht halber habe ich graphische Tafeln angefertigt und die oben erwähnten Tage mit schwarzer Farbe gekennzeichnet, während die Tage, an denen ohne äußeren Grund kein Schiff durchkam, mit Schraffierung bezeichnet sind. Die Tage, an denen als an Feiertagen nicht geschleust werden soll, Neujahrstag, Karfreitag, 1. Oster-, 1. Pfingst- und 1. Weihnachtsfesttag, habe ich zu der letzteren Art gerechnet, falls sie nicht einer Periode des Eisstandes angehören. Aus diesen Tafeln sehen wir, daß für Freyburg und die im Verkehr letzterem sehr ähnelnde Herrenmühle obige Annahme eher irrig sein wird als für Trotha, wo wir außerhalb der schwarzen nur wenig gestrichelte Felder bemerken. Dazu kommt, daß meiner Meinung nach die Akten der Freyburger und der Herrenmühlschleuse in Bezug auf obenerwähnte Vermerke nicht mit der Sorgfalt aufgezeichnet sind, wie die der Trothaer Schleuse, besonders die Herrenmühlschleuse läßt viel zu wünschen übrig. So finden wir z. B. in den Jahren 1893 resp. 1895 eine feste Dauer von 50 resp. 74 Tagen, an denen nicht geschleust wurde, ganz im Einklang mit den Eisständen in Freyburg und Halle. Es ist doch nicht gut denkbar, daß bei Minimis von ca. —15° und gleichzeitigen Maximis von —7 bis —10° in einer Periode von 10 Tagen kein Eisstand eingetreten sein sollte, mag die Strömung auch schneller sein als in der Unstrut; trotzdem fanden sich nur Vermerke über

„Eisgang“ oder „Strom führt Grundeis“ und dergleichen. Wir legen also den Vermerken über Eisstand der Schleuse Herrenmühle keinen Wert bei.

Bei Strömen mit größerer fester Eisdauer, wie sie z. B. Weichsel und Oder haben, werden uns interessieren: die durchschnittlich zu erwartende Anzahl von Tagen, an denen wegen Eisstand oder -gang nicht geschleust werden kann, die Termine, an denen im Mittel die Verhinderung beginnt oder endigt, und die daraus resultierende Zeit, in der man Eisstand zu erwarten hat. Bei kleineren Flüssen, wie Unstrut und Saale, die zum Teil noch gegen Flachlandsflüsse ein sehr hohes Gefälle haben, die ferner bei ihrer verhältnismäßig geringen Wasserführung durch Fabrikabwässer und sonstige Dinge stellenweise leichter erwärmt werden, ist der Eisstand unregelmäßiger und zerrissener als bei großen, langsam fließenden Strömen. Bei der Saale speziell wirkt wohl, wenn auch nur in geringem Maße, der starke Salzgehalt der bei Friedeburg einmündenden Schlenze, zumal bei geringen Wasserständen, auf die Eisbildung ungünstig ein. Trotzdem will ich dem Zweck der Arbeit entsprechende Zahlen auch für die Saale und Unstrut geben.

Für Halle und Freyburg dauert die Verhinderung durch Eisgang oder Eisstand durchschnittlich 40,20 und 22,5 Tage, sie beginnt durchschnittlich am 25. Dezember und 2. Januar und endet am 16. Februar und 3. Februar. Eisstand ist also zu erwarten in einer Periode von 54 resp. 33 Tagen. Welche Bedeutung die Eisdauer für die Schiffahrt hat, sieht man in den Jahren, in denen sie besonders extrem ist. Der Ausfall an Frachten im 1. Quartal wird nicht etwa durch erhöhte Frachtzahlen in den folgenden ausgeglichen, sondern was dann verloren und durch die Bahn transportiert ist, bleibt dem Flußverkehr auch verloren. Tritt gegen das Vorjahr wirklich eine erhebliche Zunahme im 2. und 3. Quartal nach einem solchen mangelhaften 1. Quartal ein, so muß man dabei immer die stetige Zunahme des Verkehrs (wenigstens bei den Schleusen Trotha und Gottesgnade) in Rücksicht ziehen. So haben wir z. B. bei der Schleuse Trotha zu Berg im Jahre 1895, 1. Quartal: 6 Kähne mit 405,4 t gegen 58 mit 4676,4 t im Vorjahr, so daß im Jahre nur 46067,8 t gegen 42970,8 t im Vorjahre verfrachtet werden bei einer durchschnittlichen Zunahme von 8529,2 t in den ersten 4 Jahren. Zu Tal: im 1. Quartal 1895: 22 Kähne mit 6300 t gegen 67 mit 12457,2 t im Vorjahr, so daß im Jahre 1895 nur 39055 t gegen 44379,5 t im Vorjahr verfrachtet werden. Aehnlich zeigt Kalbe zu Berg: 81644 t gegen 91735 t, zu Tal: 155018 t gegen 182490 t im Vorjahr. Im oberen Teile der Saale ist der Ausfall dieses Jahres noch schlimmer, doch wird derselbe mit durch eine 2-monatige Versommerung verursacht, während der z. B. in Freyburg nur an 3 Tagen geschleust wurde. Ebenso sichtbar wird auch der Einfluß des anderen Extrems, so z. B. im Jahre 1899, in dem kein Eisstand und keine länger dauernde Verhinderung durch Reparaturen vorgekommen ist, da die Gesamtfracht erheblich steigt und sich sogar über die nächsten

Jahre erhebt. Auch das Jahr 1900 würde dies zeigen, wenn das 2. und 3. Quartal nicht, wie schon früher ausführlich behandelt, sehr nachließen.

Bei dieser großen Wichtigkeit des Eisstandes ist doch sicher auch der Versuch von Interesse, Bedingungen für die Zeit seines Eintritts zu ermitteln.

Für diesen Teil steht uns nun eine etwas umfangreichere Literatur zur Verfügung. An älteren Schriften seien erwähnt:

Dove, H. W., Ueber die Wärme der Flüsse. (Zeitschr. für allgem. Erdkunde N. F. III. 1857.)
Hertzer, Ueber die Temperatur der Flüsse. (J.-B. des Gymnasiums zu Wernigerode. 1865.)

An neueren ferner:

Budendey, Die Temperatur des fließenden Wassers zur Zeit der Eisbildung. (Annalen der Hydrographie. Bd. XXII. 1894.)
Forster, Die Temperatur fließender Gewässer Mitteleuropas. (Geogr. Abhandlungen, herausgegeben von Penk. Bd. V. Heft 4. 1894.)
Hambruch, P., Die Eisverhältnisse auf der Unterelbe. (Annalen der Hydrographie. Bd. XXXIII. 1905.)

Die größte Aufmerksamkeit ist den Abhandlungen von Budendey und Forster zu schenken. Lassen wir den letzteren selbst zu Worte kommen. Ueber die Temperatur fließender Gewässer bei der Eisbildung äußert er folgende Ansicht:

„Um die Eisbildung zu ermöglichen, muß die Wassertemperatur auf 0,0 ° gesunken sein. Dies geschieht dann, wenn die Lufttemperatur im Tagesmittel niedriger ist als die des Wassers, besonders aber wird die Abkühlung des Wassers gefördert, wenn die Temperatur der Luft den ganzen Tag hindurch niedriger als 0,0 ° ist, dem Wasser daher fortwährend Wärme entzieht. Es kommt daher auf die Temperatur an, welche das Wasser zu der Zeit besitzt, an welcher die Lufttemperatur unter 0,0 ° gesunken ist. Ist sie hoch, so wird eine strengere Kälte notwendig sein, um sie auf 0,0 ° zu bringen, als wenn sie diesem Punkte schon genähert ist. Die Summe der sogenannten Kältegrade, d. h. die Summe der negativen Tagesmittel der Lufttemperatur bis zum Beginn der Eisbildung ist daher nicht immer gleich, wie die angeführten Beispiele zeigen und Treibeisprognosen auf Grund derselben daher nur wenig zuverlässig. Ist die Temperatur des Wassers nahe auf 0,0° gebracht, so scheint ein scharfes Frostwetter notwendig zu sein, um zur Eisbildung Anstoß zu geben.“

Aus Budendeys Schrift entnehmen wir noch folgende Sätze:

„Zur Zeit der Eisbildung, sowie kurz vor und nach dieser Zeit, und solange der Fluß Treibeis führt oder doch noch unter der Nachwirkung des vergangenen Eistreibens steht, ist die Temperatur des Flußwassers von der Oberfläche bis zur Sohle nahezu gleich 0 °. Die Temperaturunterschiede zwischen Sohlen- und Oberflächenwasser sind kleiner als 0,10 ° C.“

Noch mehr anzuführen verbietet mir der knappe Raum.

Es wäre für unsere Untersuchung natürlich wertvoll, wenn wir die Wassertemperaturen für die Saale in der 12-jährigen Periode

besäßen, doch sind nur solche vom 1. Juli 1884 bis 31. Juni 1885 vorhanden (vergl. Ule, Die Wassertemperatur der Saale bei Halle [Meteorolog. Zeitschr. 1887. p. 273]).

Wenn wir aber Budendey und Kapitän H. Meyer in seiner Schrift „Ueber Grundeis“ (Annalen der Hydrographie. 1891, IV und 1892) Glauben schenken dürfen, so sind die Werte nicht so sehr von Bedeutung für die Untersuchung der Eisbildung, da sie ja in der Zeit derselben sich nicht viel von 0° unterscheiden werden. Wir vernachlässigen also das Fehlen dieser Werte und betrachten allein die Lufttemperaturen.

Wir unterscheiden nun, ob der betreffende Eisstand der erste seit längerer Zeit ist oder ob er nach kurzem eisfreien Zwischenraum einem anderen nachfolgt. In dem letzteren Falle wird nach obigen Ausführungen ein Eisstand leichter eintreten.

Wir wollen nun die einzelnen Eisstände nach diesen Gesichtspunkten ordnen und für jeden die Extreme der Lufttemperatur der seinem Eintritt vorhergehenden Tage nach den Aufzeichnungen der meteorologischen Station Halle ermitteln. Folgende Eisstände traten ein, nachdem ihnen mit einem Zwischenraum von 7 oder weniger Tagen ein anderer vorausgegangen war: März 1895, Dezember 1896 II, Januar 1904. Der Eisstand wurde an diesen Daten bewirkt durch vorausgegangene Extreme von: 0,0 und —2,2, 1,5 und —3,2 und schließlich 1,0 und —2,2 (vergl. Tabelle). In sämtlichen anderen 15 Fällen finden wir eine eigenartige Uebereinstimmung, nämlich die, daß jedem Eintritt eines Eisstandes ein Maximum von höchstens 0,9° und ein gleichzeitiges Minimum von mindestens —6,0° am letzten Tage vorausgeht. Daß freilich umgekehrt auf diese Temperaturen ein Eisstand folgen muß, ist nicht nötig, ich weise hier auf den Februar 1902 beispielsweise hin, wo wir schon am viertletzten Tage vorher 0,2 und —6,1 haben. Oft bemerken wir allerdings, wenn die oben erwähnte Temperatur von —6,0° am letzten Tage weit unterschritten wird, daß am drittletzten noch Maxima von 4 bis 5° sind. Das Wasser wird unter den Umständen länger brauchen, als wenn die Maxima der Lufttemperatur sich schon mehrere Tage nicht viel von 0,0° unterscheiden. Das genannte zur Eisbildung nötige Minimum wird sich natürlich nach den Eigenschaften des behandelten Flusses, je nachdem er zu den Seeabflüssen, Gebirgs- oder Flachlandflüssen gerechnet werden muß, und lokalen Verhältnissen richten. Die Charaktereigenschaften der Temperaturkurven dieser Typen hat Forster im 4. Teile seiner Abhandlung erörtert.

Von großer Wichtigkeit werden auch die Temperaturen im Gebiet des Oberlaufes sein. Ich besitze von einer früheren Arbeit her die Temperaturwerte für Jena, dessen Entfernung von ca. 90 km bis nach Halle vom Wasser wohl ungefähr in einem Tage zurückgelegt wird. Ich füge sie der obigen Tabelle an, muß aber bemerken, daß die Extreme für Jena außergewöhnlich große sind und man deshalb sie nicht für das ganze Gebiet als maßgebend annehmen

…ehr Tagen Zwischenraum folgten

Es wurden beobachtet	…	…. 1901	Dez. 1901		Febr. 1902		Nov. 1902		Jan. 1903		Dez. 1903	
	…st…	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
Station Halle		.	3,1	0,6	.	.	.	.	.	.	3,5	0,0
	…5	1,5	2,4	— 1,1	.	.	.	.	.	.	1,8	— 2,1
	…2	0,4	2,5	— 2,8	.	.	.	.	.	.	2,0	— 3,1
	…0	4,2	1,8	— 1,6	2,5	— 3,2	4,0	0,4	.	.	4,2	— 1,8
	…9	3,9	0,9	— 2,8	0,2	— 6,1	4,0	— 1,8	10,6	4,0	2,5	— 2,7
	…4	0,1	0,0	— 6,5	0,0	— 9,3	4,0	— 0,9	0,4	— 2,7	1,8	— 0,8
	…3	— 6,5	—4,0	— 9,2	—2,6	—11,6	0,3	— 4,8	— 2,0	— 7,6	2,0	— 2,6
	let… 6	—10,6	—2,3	—11,5	—3,3	— 7,1	— 3,5	— 9,2	— 5,5	— 9,9	0,8	— 7,1
	Ta… Ein… 2	— 12,6	1,6	— 4,2	1,5	11,1	— 2,2	—11,3	— 0,5	— 8,6	—5,3	— 9,3
Station Jena		.	.	.	8,4	— 0,2	13,0	0,2	.	.	3,4	— 1,8
	…0	— 3,9	5,1	— 2,7	6,1	— 0,4	11,2	— 1,6	.	.	—0,4	— 4,2
	…9	2,0	2,9	— 1,8	4,9	— 5,0	12,2	— 2,4	.	.	0,5	— 7,1
	…4	3,5	3,3	— 1,3	2,4	— 1,7	4,9	— 1,0	12,0	4,5	5,4	— 5,0
	…0	3,8	0,4	— 2,6	4,9	— 6,2	3,2	— 0,5	12,1	2,6	4,4	— 3,1
	…9	— 1,4	0,1	—13,0	—0,4	—10,0	3,1	— 3,0	2,3	— 3,8	0,2	— 2,1
	…9	— 6,8	—4,3	14,1	—3,5	— 8,9	— 0,5	— 5,2	— 2,2	— 7,5	—0,3	— 1,9
	let… 1	—16,8	— 0,9	—14,4	—1,8	— 6,3	— 3,2	— 9,9	— 5,0	—10,8	—2,4	— 6,1
	Tag Ein… 8	—20,3	0,5	— 6,6	0,4	—10,1	— 0,8	—11,7	— 2,5	—14,7	—4,6	—11,0
		…letzten …e auch …ht ge- …ust, aber …h kein …sstand							17 Tage Zwischen-raum			

kann. Sie werden aber doch immerhin, wenn auch kurze Zeit, auf die Wassertemperatur einwirken.

Wir sehen, daß wir für den nächsten Tag Eisstand oder -treiben voraussagen können, wenn genaue und geeignete Messungen der Wassertemperatur vorgenommen werden, und falls aus dem Oberlaufe die Wassertemperaturen gemeldet würden, sich in Verbindung mit der Lufttemperatur und Kombination aus den der Wetterkarte zu entnehmenden barometrischen Verhältnissen event. sogar Eisstand auf ein paar Tage voraussagen ließe, was augenblicklich ja nicht möglich ist. Die Bedingung ist natürlich, daß regelmäßig die Temperaturen des Wassers an mehreren Punkten aufgezeichnet werden und durch Fortsetzung dieser Beobachtungen in einer längeren Periode das Material für Untersuchungen dieses Zusammenhanges gesammelt wird.

Wir können das Resultat unserer Arbeit nun ungefähr dahin zusammenfassen: Wir haben die Einwirkungen von Hochwasser, Niedrigwasser und Eisstand auf die Schiffahrt der Saale und Unstrut trotz des ungünstigen Einflusses der Handelsverhältnisse und des geringen Verkehrs deutlich erkannt und aus dem Unterschied der Schleusen Trotha und Kalbe schließen dürfen, daß wir bei Flüssen mit größerem Verkehr ein durch andere Umstände viel weniger getrübtes Bild erhalten würden, daß die oben ausgerechneten Mittel für die einzelnen Jahre viel mehr zutreffen und deshalb für den Schiffer großen praktischen Wert besitzen würden. Damit sind die Worte in der Einleitung, wenn auch nicht direkt bewiesen, aber doch unterstützt.

Vielleicht trägt die Arbeit dazu bei, daß man diesen Dingen größere Aufmerksamkeit entgegenbringt und vor allem die Grundlage für derartige Untersuchungen in geeigneter Weise legt. Das geschieht dadurch, daß man öfters, mindestens jährlich wiederkehrende Peilungen der Flußsohle vornimmt, daß die Vermerke über die Eisverhältnisse von allen Schleusenmeistern mit der größten Sorgfalt eingetragen werden, endlich, daß an mehreren Punkten aller zur Schiffahrt geeigneten Flußläufe mehrmals täglich zu wiederholende Beobachtungen der Wassertemperatur gemacht und gesammelt werden.

ie Sch

01

ie Schiffahrt der Saale und die Beziehungen des Klimas zu derselben.

01 02 03 04

Lebenslauf.

Am 2. Juli 1881 wurde ich, Franz Emil Eugen Engel, zu Göttingen als Sohn des Rektors O. Engel geboren. Von Ostern 1891 an besuchte ich das Kgl. Gymnasium meiner Heimatstadt und verließ es Ostern 1900 mit dem Zeugnis der Reife, um mich dem Studium der Mathematik, Physik und Geographie zu widmen. Ich ließ mich an der Universität Göttingen immatrikulieren und genügte von Ostern 1900—1901 meiner Militärpflicht. Im Oktober 1903 siedelte ich nach Jena über.

An Vorlesungen bezw. Seminarien nahm ich teil bei folgenden Herren Professoren und Dozenten:

Abraham, Baumann, Bohlmann, Brendel, Hilbert, Kaufmann, Klein, Minkowski, Müller, Riecke, Schilling, Schur, Stark, Voigt, Wagner, Wiechert,

Auerbach, Dove, Gutzmer, Haußner, Liebmann, Rau, Thomae, Winkelmann.

Allen meinen verehrten Lehrern spreche ich an dieser Stelle meinen Dank aus. Besonders danke ich Herrn Prof. Dr. Dove, der mir die Anregung zur vorliegenden Arbeit gab und ihr Entstehen mit freundlicher Teilnahme begleitete.

Ferner gilt mein Dank dem Herrn Geh. Rat Hellmann in Berlin, dem Herrn Geh. Baurat Boës in Naumburg, dem leider verstorbenen Herrn Geh. Baurat Brünecke-Halle und seinem verehrten Nachfolger Herrn Geh. Baurat Kopplin und Herrn Dr. Paul Riedel-Jena, die die Freundlichkeit hatten, mir die Benutzung der Archive des Kgl. Meteorologischen Instituts in Berlin, der Kgl. Wasserbauinspektionen zu Naumburg und Halle, sowie der Meteorologischen Station Jena zu ermöglichen.



